

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-295551

(43)Date of publication of application : 29.10.1999

(51)Int.Cl.

G02B 6/30

G02B 6/122

(21)Application number : 10-106230

(71)Applicant : NHK SPRING CO LTD

(22)Date of filing : 16.04.1998

(72)Inventor : YOSHINO FUMITAKA

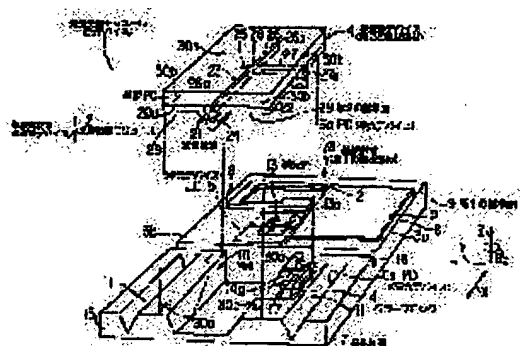
KAWAGUCHI SHIGERU

## (54) OPTICAL WAVEGUIDE MODULE FOR OPTICAL DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical waveguide module for optical device capable of suppressing the loss of an optical waveguide and reducing the cost of an optical device.

SOLUTION: An optical transmission/reception module 1 as the optical device is provided with this optical waveguide module 2 for disposing an LD 5 and PDs 6a and 6b. The optical waveguide module 2 is provided with a substrate member 3 and a waveguide device 4. In the substrate member 3, the LD 5 and the PDs 6a, 6b are connected to an electrode part 12 provided on a first reference surface 9 consisting of the flat surface of a substrate material 7 and a recessed part 10 or the like is provided. The waveguide device 4 is provided with the optical waveguide 20 formed on the flat surface 20a of a substrate 20 and a height adjustment film 22 and covering the optical waveguide 20. The part along the surface 20a of the height adjustment film 22 is a second reference surface 29. At the time of putting the optical waveguide 21 in the recessed part 10, the optical axis of the main core 26 of the optical waveguide 21 and the optical axis of the LD 5 are positioned on the same plane.



LEGAL STATUS

BEST AVAILABLE COPY

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-295551

(43) 公開日 平成11年(1999)10月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 6/30  
6/122

識別記号

F I

C 0 2 B 6/30  
6/12

B

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-106230

(22) 出願日 平成10年(1998)4月16日

(71) 出願人 000004640

日本発条株式会社

神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地

(72) 発明者 吉野 文隆

神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地

日本発条株式会社内

(72) 発明者 川口 茂

神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地

日本発条株式会社内

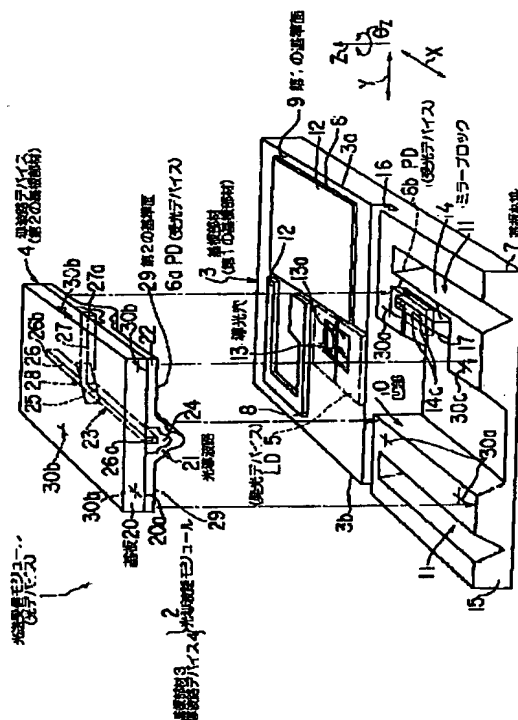
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

(54) 【発明の名称】 光デバイス用光導波路モジュール

(57) 【要約】

【課題】光導波路の損失を抑制できかつ光デバイスの低コスト化を図ることが可能な光デバイス用光導波路モジュールを提供する。

【解決手段】光デバイスとしての光送受信モジュール1はLD5とPD6a, 6bを配する光導波路モジュール2を備えている。光導波路モジュール2は基板部材3と導波路デバイス4とを備えている。基板部材3は基板材料7の平坦な表面からなる第1の基準面9に設けられた電極部12にLD5とPD6a, 6bとを接続して配しかつ凹部10などを備えている。導波路デバイス4は基板20の平坦な面20aに形成された光導波路20とこの光導波路20を覆う高さ調整膜22とを備えている。高さ調整膜22の面20aに沿う部分は第2の基準面29となっている。光導波路21を凹部10に入れた際に、光導波路21の土ゴア26の光軸とLD5との光軸とは互いに同一平面上に位置する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】所定位置に発光デバイスと受光デバイスとが配されかつ平坦に形成された第1の基準面とこの第1の基準面から凹に形成された凹部とを備えた第1の基板部材と、

所定位置に光導波路が配されかつこの光導波路を前記凹部に入り込ませた状態で前記第1の基準面に重なる第2の基準面を有する第2の基板部材と、を備え、  
前記発光デバイスと受光デバイスとのうち少なくとも一方と前記光導波路とは、前記第1の基板部材の基準面と第2の基板部材の基準面とを互いに重ねたとき、互いの光軸が前記基準面に沿う平面上に位置することを特徴とする光デバイス用光導波路モジュール。

【請求項2】前記第1の基板部材が前記凹部を形成した基板材料を備えるとともに、前記第1の基準面がこの基板材料の表面からなり、

前記第2の基板部材がコアとクラッドとを備える光導波路を平坦な面に形成した基板を備え、前記第2の基準面が前記基板の平坦な面に沿って形成されたことを特徴とする請求項1記載の光デバイス用光導波路モジュール。

【請求項3】前記第1の基板部材に、凹部に入り込んだ状態の光導波路の伝送方向に沿う案内溝が形成されたことを特徴とする請求項1または請求項2記載の光デバイス用光導波路モジュール。

【請求項4】前記発光デバイスと光導波路のコアとのうち少なくとも一方から前記受光デバイスへと信号光を導く導光部を備え、

前記導光部が、シリコン単結晶からなる基板材料に異方性エッチングを施すことによって形成された面に鏡面状の金属からなる膜が形成されて構成されたことを特徴とする請求項1ないし請求項3のうちいずれか一項に記載の光デバイス用光導波路モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば光通信などに用いられる光デバイスとしての光送受信モジュールなどを構成する光デバイス用光導波路モジュールに関する。

## 【0002】

【従来の技術】光通信などに用いられる光デバイスとしての光送受信モジュールは、シリコン単結晶からなる基板材料の所定位置にレーザダイオードなどの発光デバイスとフォトダイオードなどの受光デバイスとを配するとともに、前記基板材料に形成した光導波路を備えている。光導波路は、 $\text{SiO}_2$  からなりかつ互いに屈折率の異なるコアとクラッドとを備えるとともに、前記発光デバイスと受光デバイスと互いに光学的に接続している。

【0003】前記発光デバイスおよび受光デバイスが配される前の基板材料には、異方性エッチングなどによって、段差部が形成されている。前記発光デバイスおよび

受光デバイスは、前記段差部の上方に位置する前記基板材料の表面に配されるようになっており、前記光導波路は、前記段差の下方に位置しかつ前記異方性エッチングなどによって形成された凹みの底部に形成される。

【0004】前記コアとクラッドとを前記基板材料の凹みの底部に形成する際には、FHD法（Flame Hydrolysis Deposition：火炎堆積法）、あるいはCVD法（Chemical Vapor Deposition：化学気相蒸着法）、あるいはPVD法（Physical Vapor Deposition：物理蒸着法）などの膜形成方法によって、行われてきた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】前述した従来の光送受信モジュールにおいては、前記コアとクラッドを形成するFHD法、CVD法、PVD法などの膜形成方法の加熱処理の際に、前記シリコン単結晶と $\text{SiO}_2$ との熱膨張率の差（ $\text{SiO}_2$ の熱膨張率はシリコン単結晶の熱膨張率の約 $1/5$ となっている）によって、前記基板材料と光導波路との間に内部応力が生じる。この内部応力が生じると、前記基板材料が反って、前記光導波路の偏波依存性が変化することとなって、光導波路の信号光の損失が増大する。

【0006】また、一般に、光導波路のコアと光ファイバとを接続する場合、互いの光軸のずれを例えば $0.5\mu\text{m}$ などの許容値以下としなければ、結合損失が大きくなってしまふことが知られている。

【0007】前記光導波路のコアと、発光デバイス及び受光デバイスとの光軸のずれを前述した許容値以下とするためには、前記光導波路を前述した凹みに形成する際に、コア及びクラッドを形成した後、研磨などを施してこれらのコア及びクラッドの表面を前記基板材料の表面に沿って平坦に形成したのち、パターンニングを施して所定形状の導波路パターンを形成する必要がある。

【0008】このクラッドおよびコアの表面を前記基板材料の表面に沿って平坦に形成する研磨作業は、調整作業が長時間化して生産性が低くなる傾向となるとともに、作業者に細心の注意と高度な練度が必要とされ、製品単価が高騰する傾向があった。

【0009】従って本発明の目的は、光導波路の損失を抑制でき、かつ光導波路を形成する際の作業の手間を抑制するとともに、発光デバイスもしくは受光デバイスと光導波路との光軸を正確に合せることができ、光デバイスの低コスト化を図ることができる光デバイス用光導波路モジュールを提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決し目的を達成するために、請求項1に記載の光デバイス用光導波路モジュールは、所定位置に発光デバイスと受光デバイスとが配されかつ平坦に形成された第1の基準面とこの第1の基準面から凹に形成された凹部とを備えた第1の基板部材と、所定位置に光導波路が配されかつこの光導

波路を前記凹部に入り込ませた状態で前記第1の基準面に重なる第2の基準面を有する第2の基板部材と、を備え、前記発光デバイスと受光デバイスとのうち少なくとも一方と前記光導波路とは、前記第1の基板部材の基準面と第2の基板部材の基準面とを互いに重ねたとき、互いの光軸が前記基準面に沿う平面上に位置することを特徴としている。

【0011】請求項2に記載の光デバイス用光導波路モジュールは、請求項1に記載の光デバイス用光導波路モジュールにおいて、前記第1の基板部材が前記凹部を形成した基板材料を備えるとともに、前記第1の基準面がこの基板材料の表面からなり、前記第2の基板部材がコアとクラッドとを備える光導波路を平坦な面に形成した基板を備え、前記第2の基準面が前記基板の平坦な面に沿って形成されたことを特徴としている。

【0012】請求項3に記載の光デバイス用光導波路モジュールは、請求項1または請求項2に記載の光デバイス用光導波路モジュールにおいて、前記第1の基板部材に、凹部に入り込んだ状態の光導波路の伝送方向に沿う案内溝が形成されたことを特徴としている。

【0013】請求項4に記載の光デバイス用光導波路モジュールは、請求項1ないし請求項3のうちいずれか一項に記載の光デバイス用光導波路モジュールにおいて、前記発光デバイスと光導波路のコアとのうち少なくとも一方から前記受光デバイスへと信号光を導く導光部を備え、前記導光部が、シリコン単結晶からなる基板材料に異方性エッチングを施すことによって形成された面に鏡面状の金属からなる膜が形成されて構成されたことを特徴としている。

【0014】請求項1に記載の光デバイス用光導波路モジュールは、第1の基板部材と第2の基板部材とを互いに別体の部材とし、それぞれ別工程で製造できるようにしたので、一つの基板材料に集積化したものと比較して、前記光導波路を形成する際の熱処理によって第2の基板部材が反るなどのひずみが抑制されかつ光導波路に生じる内部応力が抑制されることとなる。

【0015】また、第1の基板部材の第1の基準面と第2の基板部材の第2の基準面とを互いに重ねることにより、第1の基板部材に配された発光デバイスもしくは受光デバイスと、第2の基板部材に配された光導波路との光軸が、互いに前記基準面に沿う同一平面上に位置する。

【0016】そして、第1の基板部材と第2の基板部材とを互いに、前記基準面に沿う方向と、前記基準面の厚み方向の軸線まわりとに微小移動させながら、前記発光デバイスもしくは受光デバイスと、光導波路との光軸を合わせることができる。

【0017】請求項2に記載の光デバイス用光導波路モジュールは、光導波路が第2の基板部材用の基板の平坦な面に形成されているので、この光導波路のコア及びク

ラッドを成膜した後、それぞれの表面に研磨などを施すことなく、前記コア及びクラッドの表面が前記基板の平坦な面に沿うこととなる。

【0018】また、第1の基準面が第1の基板部材をなす基板材料の表面からなり、第2の基準面が第2の基板部材をなす基板の平坦な面に沿って形成されている。このため、第1の基準面と第2の基準面とを互いに重ねた際に、第1の基板部材と第2の基板部材との厚み方向の相対位置が確実に定まる。

【0019】請求項3に記載の光デバイス用光導波路モジュールは、第1の基板部材に、凹部に入り込ませた状態の光導波路の伝送方向に沿う案内溝を備えているので、この案内溝に、別体のコネクタの凸部などを係合させることによって、このコネクタの光ファイバと、前記光導波路との光軸を容易に合わせることが可能となる。

【0020】請求項4に記載の光デバイス用光導波路モジュールは、発光デバイスと光導波路のコアとのうち少なくとも一方から受光デバイスへと信号光を導く導光部が、シリコン単結晶からなる基板材料に異方性エッチングなどを施すことによって形成された面に鏡面状の金属からなる膜を形成して得られる構成となっている。このため、導光部を容易に生産することが可能となつて、光デバイスの低コスト化を図ることが可能となる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下に本発明の一実施形態について、図1から図13を参照して説明する。光通信などに用いられる光デバイスとしての光送受信モジュール1は、所定位置に発光デバイスとしてのレーザダイオード(Laser Diode: 以下LDと呼ぶ)5と、受光デバイスとしての一対のフォトダイオード(Photodiode: 以下PDと呼ぶ)6a、6bとを配する図1ないし図3に示す光導波路モジュール2を備えている。

【0022】光導波路モジュール2は、第1の基板部材としての基板部材3と第2の基板部材としての導波路デバイス4などを備えている。基板部材3は、その材料としてのシリコン単結晶からなる基板材料7の図中において上面側に位置し、かつ前記LD5とPD6a、6bとを所定位置に配する第1の基準面9としての平坦な表面を有している。

【0023】基板部材3は、この第1の基準面9側に、凹部10と、案内溝としてのV溝11と、電極部12と、導光穴13と、ミラブロック14と、を備えている。前記凹部10は、第1の基準面9から凹に前記基板材料7に形成されているとともに、前記第1の基準面9に連なる一つの端面15に開口して形成されている。

【0024】前記V溝11は、互いに平行でかつ間隔を有して、前記凹部10を挟み込んだ格好で前記第1の基準面9に一对設けられている。V溝11は、それぞれ、前記第1の基準面9から離れるのにしたがって徐々に開口が狭くなるように断面形がV字状に形成されていると

ともに、前記端面15に開口している。

【0025】前記一对のV溝11, 11は、MTコネクタなどの公知の光コネクタの凸部などが係合できる位置に設けられ、これらの公知の光コネクタの凸部などが係合した際に、これらの光コネクタの光ファイバの光軸が前記導波路デバイス3の後述する主コア26の光軸と互いに一致する位置に形成されるのが望ましい。また、前記凹部10とV溝11とは、前記端面15から基板部材3の中間部まで延びて形成されている。

【0026】前記導光穴13は、前記凹部10の近傍でかつ前記凹部10の前記端面15に開口した側とは反対側に位置している。導光穴13は、前記第1の基準面9から凹に形成されており、その内面の少なくとも一部に、鏡面状の金属からなる膜13aが形成されている。前記導光穴13と凹部10の間には、前記端面15に沿う溝16が、基板部材3の両側縁3a, 3bに亘って形成されている。なお、前記溝16と凹部10とは互いに連通している。

【0027】前記ミラーブロック14は、前記凹部10の一部に設けられており、導波路デバイス3の後述する受信用コア27に相対して設けられている。ミラーブロック14は、前記受信用コア27に相対する面17が、前記凹部10の底面から離れるのにしたがって前記受信用コア27から徐々に離れるように傾斜して形成されている。

【0028】前記ミラーブロック14は、少なくとも前記面17に鏡面状の金属からなる膜14aが形成されている。なお、図示例においてミラーブロック14はその上面にも前記膜14aが形成されている。前記導光穴13とミラーブロック14は、本明細書に記した導光部を構成している。

【0029】前記LD5は、前記導光穴13の一部を覆って、後述する絶縁層8及び電極部12などを介して、導波路デバイス3の後述する主コア26と光軸が互いに一致する前記第1の基準面9の所定位置に配されるようになっている。前記LD5は、前記電極部12に半田付けされて接続されている。前記LD5は、前記主コア26に向かって例えば波長が $1.3\mu\text{m}$ などの信号光を送信するとともに、この信号光の送信と同時に前記導光穴13に向かってモニタ用信号光を送信するようになっている。

【0030】前記PD6a, 6bのうち、一方のPD6aは前記導光穴13を前記LD5とともに覆う位置に設けられるようになっているとともに、他方のPD6bはミラーブロック14の上方に設けられるようになっている。

【0031】導光穴13を覆う一方のPD6aは、前記LD5に隣接しかつ前記絶縁層8及び電極部12などを介して前記LD5が送信しかつ導光穴13の内面に形成された膜13aによって反射されたモニタ用信号光を受

信できる第1の基準面9の所定位置に配されるようになっている。前記PD6aは、前記電極部12に半田付けされて接続されている。

【0032】ミラーブロック14の上方に設けられた他方のPD6bは、前記受信用コア27から出射されミラーブロック14の面17に形成された膜14aによって反射された信号光を受信できる所定位置に設けられるようになっている。

【0033】また、前記基板部材3には、図6(B)に示す前記LD/PD位置決め用マーク18が複数形成されている。これらの位置決め用マーク18は、それぞれ基板部材9の上方から見て一辺が数 $\mu\text{m}$ の四角形でかつ前記第1の基準面9より凹に形成されている。

【0034】これらの位置決め用マーク18によって、基板部材3の第1の基準面9に容易にLD5とPD6aとを位置決めすることができるようになっている。電極部12は、前記基板部材3の任意の位置に設けられているとともに、外部装置などを介して入力される信号光送開始指令などによって、LD5から信号光を送信させるとともに、このLD5送信時のPD6aの受信状況や、前記PD6bの受信状況などを前記外部装置などに向けて出力するようになっている。前記電極部12と前記基板材料7との間には、 $\text{SiO}_2$ からなる絶縁層8が設けられている。

【0035】導波路デバイス4は、その材料である $\text{SiO}_2$ からなる基板20の図中において下面側に位置する平坦な面20aの所定位置に形成された光導波路21と、この光導波路21を前記基板20とともに覆う高さ調整膜22とを備えている。

【0036】導波路デバイス4の光導波路21は、図4などに示すように、前記基板20の面20a上に形成された高屈折率のコア23と、このコア23を前記基板20とともに覆う低屈折率のクラッド24と、フィルタ25(図3などに示す)とを備えている。

【0037】前記コア23は、図3に示すように、一方向に延びて形成された主コア26と、主コア26の中央部から分岐し、主コア26に対し直交などの交差する方向に延びた受信用コア27とを備えている。主コア26と受信用コア27とが互いに交わった部分は、分岐部28をなしている。

【0038】前記フィルタ25は、光通信において主に用いられる波長が $1.3\mu\text{m}$ の信号光と $1.55\mu\text{m}$ の信号光とのうち、LD5が送信する一方の波長の信号光を透過するとともに、前記他方の波長の信号光を反射して透過させないようにしている。図示例においては、LD5が波長が $1.3\mu\text{m}$ の信号光を送信するようになっているので、フィルタ25は、波長が $1.3\mu\text{m}$ の信号光を透過するとともに波長が $1.55\mu\text{m}$ の信号光を反射するようになっている。

【0039】前記フィルタ25は、後述するように前記

光導波路21が凹部10に入り込んだ際に、前記基板部材3の端面15側に位置する主コア26の一端部26aに入力した例えば1.55 $\mu$ mの波長を有する前記他方の波長の信号光を、主コア26の他端部26bに伝送することなく、前記分岐部28から前記受信用コア27へと伝送するように前記分岐部28などに埋設されている。

【0040】また、前記高さ調整膜22の表面において、前記光導波路21上に位置せずに、前記基板20の面20a上に形成されかつこの面20aに沿う部分は、本明細書中の第2の基準面29をなしている。この第2の基準面29は、前記基板20の面20aに沿って平坦に形成されており、光導波路21を凹部10に入れた際に、前記第1の基準面9に重なり合うようになっている。

【0041】光導波路21及びこの光導波路21上に形成された高さ調整膜22は前記第2の基準面29からこの基準面29の厚み方向に突出している。この光導波路21は、前記基準面9、29が互いに重なり合った際に、基準面9、29の厚み方向から前記凹部10に入るようになっている。

【0042】この際、光導波路21は、主コア26の光軸が前記第1の基準面9上に配されるLD5の光軸と、前記基準面9、29に沿う同一平面上に位置するようになっているとともに、受信用コア27の端面27aがミラブロック14の面17と相対するようになっている。

【0043】光導波路21は、凹部10に入りかつ基準面9、29が互いに重なり合った状態において、基板部材3と導波路デバイス4とを互いに図1中の矢印X及び矢印Yで示す方向（基準面9、29に沿いかつ互いに直交する2方向）と、これら基準面9、29の厚み方向の軸線Zまわり（図示中の矢印 $\odot$ Zで示す方向）に僅かに移動可能となる大きさに形成されている。なお、図示例において前記矢印Xは、導波路デバイス4の主コア26の光軸に沿った方向となっている。

【0044】また、光導波路21は、主コア26が前記基板部材3に配されるLD5と光結合可能な導波路構造をなしているとともに、受信用コア27が前記ミラブロック14の面17を介してPD6bと光結合可能な導波路構造をなしている。

【0045】前記基準面9、29が互いに重なり合いかつ光導波路21が凹部10に入り込んだ際に、前記矢印X、Y、 $\odot$ Zに沿って基板部材3と導波路デバイス4との相対位置を調整することによって、光導波路21は、前記LD5、PD6bと光結合して、LD5から送信された信号光を主コア26を通して外部に伝送するとともに、主コア26の端部26aに入力した信号光をPD6bに伝送するようになっている。

【0046】なお、図示例においては、前記基板部材3

の基板材料7の第1の基準面9と導波路デバイス4の基板20の面20aには、前述した相対位置を位置決めするための位置決め用マーク30a、30bがそれぞれ形成されている。位置決め用マーク30a、30bは、それぞれクロムなどの金属が蒸着された十字状の薄膜に形成されている。

【0047】導波路デバイス4の基板20には、4つの隅部それぞれに位置決め用マーク30b（図9（A）に示す）が形成されており、基板部材3の基板材料7の第1の基準面9には、光導波路21とLD5、PD6bとが互いに光結合する際に前記位置決め用マーク30bに相対する位置に、それぞれ位置決め用マーク30a（図6（A）に示す）が形成されている。

【0048】前述した基板部材3と導波路デバイス4との相対位置を調整する際に、前述した位置決め用マーク30a、30bを互いに合致させることによって、容易に行うことが可能となる。

【0049】以下に、前記基板部材3の製造工程の一例について、図5から図7を参照して説明する。まず、図5に示す工程ST1において、材料としてのシリコン単結晶からなるSiウェーハなどの基板材料7の第1の基準面9をなす平坦な表面に、クロムなどの金属などを蒸着するなどして、図6（A）に示すように前記位置決め用マーク30aを形成する。

【0050】工程ST2において、前記基板部材7の第1の基準面9に、例えばCVD法またはPVD法などの膜形成方法によって、絶縁層8としての第1のSiO<sub>2</sub>膜を成膜する。その後、この絶縁層8にパターニングを施して、水酸化カリウム（KOH）水溶液を用いた異方性エッチングによって、図6（B）に示すように、前記絶縁層8及び基板部材3にLD/PD用位置決め用マーク18を形成する。

【0051】なお、このLD/PD用位置決め用マーク18は、実際には前述したように一辺が数 $\mu$ mの四角形などの微小な大きさである。図6（B）では誇張して実際の大きさより大きく図示しており、以下の図6（C）から図7（D）に至っては微小な大きさであるため省略している。

【0052】工程ST3において、図6（C）に示すように、前記電極部12を形成する。工程ST4において、CVD法またはPVD法などの膜形成方法によって、図6（D）に示すように、前記絶縁層8上に第2のSiO<sub>2</sub>膜35を成膜する。

【0053】工程ST5において、反応性イオンエッチングなどのドライエッチングなどによって、図6（E）に示すように、前記第1及び第2のSiO<sub>2</sub>膜8、35に、凹部10、V溝11及び導光穴13に相当する窓36、37、38をそれぞれ形成する。

【0054】工程ST6において、水酸化カリウム（KOH）水溶液などを用いた異方性エッチングを施して、

図7(A)に示すように前記凹部10、V溝11及び導光穴13を形成する。

【0055】工程ST7において、図7(B)に示すように、バッファードフッ酸(B・HF)などを用いて、絶縁層8及び第2のSiO<sub>2</sub>膜35を除去する。ただし、前記電極部12の下に位置する絶縁層8は残っている。工程ST8において、図7(C)に示すように、導光穴13の内面の少なくとも一部に、表面が鏡面状となるクロムあるいは金などの金属などからなる膜13aを蒸着などによって形成する。

【0056】工程ST9において、図7(D)に示すように、ダイシング装置などによって溝16を形成するとともに、図11及び図12に示す後述する工程を経て得られたミラーブロック14を所定の位置に取付ける。

【0057】このような基板部材3の製造工程によれば、基板部材3は、一つのみの基板材料7を用いて形成されているので、互いに熱膨張率の異なる複数の基板材料から構成されたものと比較して、前記成膜方法に伴う熱処理によるひずみなどが抑制されている。

【0058】以下に、前記導波路デバイス4の製造工程の一例について、図8ないし図10を参照して説明する。まず、図8に示す工程S1において、材料としてのSiO<sub>2</sub>からなる基板20の平坦な面20aに、クロムなどの金属などを蒸着するなどして、図9(A)に示すように前記位置決め用マーク30bを形成する。工程S2において、前記第2の基準面29を形成する部分に膜形成方法によって、図9(B)中にハッチングして示すマスク層39を形成する工程S3において、前記基板20およびマスク層39の表面に、CVD法またはPVD法などの膜形成方法によって、SiO<sub>2</sub>を主成分とする高屈折率のコアを形成する。そして、スパッタリング法などによりWSi(タングステンシリサイド)などからなる薄膜を形成したのち、露光マスクとフォトレジストなどを用いて、所定の導波路パターンのマスクを形成する。その後、図9(C)に示すように、ドライエッチング(反応性イオンエッチング等)などを行うことにより、所定パターンの導波路コア23を形成する。

【0059】その後、工程S4において、図9(D)に示すようにCVD法またはPVD法などにより前記コア23を覆うようにSiO<sub>2</sub>を主成分とする低屈折率のクラッド24を成膜する。

【0060】工程S5において、エッチングなどによって、図10(A)に示すように、前述したマスク層39上に形成されているクラッド24を、前記マスク層39とともに除去する。

【0061】工程S6において、図10(B)に示すように、高さ調整膜22を成膜する。なお、高さ調整膜22の表面のうち前記マスク層39が形成された部分は第2の基準面29をなしている。そして、工程7において、ダイシング装置などを用いて、図10(C)に示す

ように、フィルタ25を光導波路21内に埋設する。

【0062】このような導波路デバイス4の製造工程によれば、光導波路21が基板20の平坦な面20aに形成されている。このため、前記光導波路21を形成する際に、前記コア23及びクラッド24の表面を平坦にするために、これらを成膜した後、それぞれの表面に研磨などを施す必要がない。したがって、光デバイス用光導波路モジュール2及び光送受信モジュール1の低コスト化を図ることができる。

【0063】また、導波路デバイス4は、一つのみの基板20を用いて形成されているので、互いに熱膨張率の異なる複数の基板材料から構成されたものと比較して、前記成膜方法に伴う熱処理による前記基板20などが反るなどひずみなどが抑制されている。このため、光導波路21内に内部応力は生じにくくなっており、光導波路21の損失を抑制する。

【0064】さらに、前記高さ調整膜22は、その厚さのばらつきが、前記基準面9、29が互いに重なり合った際にLD5の光軸と主コア26の光軸とが互いに同一平面上に位置する所望の厚さから、主コア26とLD5との光結合に対し問題にならない程小さく保たれている。

【0065】さらに、第2の基準面29は、基板20の平坦な面20aに沿って形成された高さ調整膜22の表面からなるため、第1の基準面9に重ね合わされた際に、光導波路21の主コア26とLD5との光結合に対し問題を生じさせない程平坦に保たれている。

【0066】以下に、前記ミラーブロック14の製造工程の一例について、図11ないし図13を参照して説明する。まず、ステップSa1において、図12(A)に示すように、シリコン単結晶からなるSiウェーハなどの基板材料40の表面40aに、異方性エッチングなどを施して、V溝41を互いに平行に複数形成する。

【0067】ステップSa2において、前記V溝41を複数形成した基板材料40の表面40aに、表面が鏡面状となるクロムあるいは金などの金属などからなる膜を蒸着などによって形成する。

【0068】ステップSa3において、ダイシング装置などによって、図12(C)に示すように、前記互いに隣接するV溝41の間でかつこのV溝41に沿う一点鎖線P1と、V溝41に対し直交する一点鎖線P2と、前記V溝41の底部でかつこのV溝41に沿う一点鎖線P3とに沿って基板材料40を切断するなどして、図13に示す個々のミラーブロック14を得る。

【0069】このようなミラーブロック14の製造工程によれば、容易に、複数のミラーブロック14を製造することが可能となつて、光送受信モジュール1の低コスト化を図ることが可能となる。

【0070】前述したように形成した基板部材3と導波路デバイス4などとから光デバイス用光導波路モジュール



ル2を得る際には、まず、前記第1の基準面9と第2の基準面29とを互いに重ね合せるとともに、凹部10内に光導波路21を入れる。なお、第1の基準面9と第2の基準面29とを互いに重ね合せる前に、あらかじめ第1の基準面9と第2の基準面29のうち少くとも一方に、紫外線などが照射されると硬化するUV接着剤などの接着剤などを塗布しておくのが望ましい。

【0071】そして、前記位置決め用マーク30a、30bを用いて基板部材3と導波路デバイス4とを互いに位置決めする。この際、前記基準面9、29がそれぞれ平坦に形成されているので、図1示す前記矢印X、Y、Zに沿ってのみ基板部材3と導波路デバイス4とを相対移動させるだけでよい。

【0072】その後、基準面9、29を互いに重ね合わせた状態の前記基板部材3と導波路デバイス4とに紫外線などを照射し、前記UV接着剤を硬化させるなどして、図2に示すように、前記基板部材3と導波路デバイス4とを互いに接着して、光導波路モジュール2を得る。

【0073】前述した構成によれば、LD5などを配する基板部材3と、光導波路21を有する導波路デバイス4とを互いに別体の部材とし、それぞれ別工程で製造できるようにしている。このため、一つの基板材料に集積化したものと比較して、前記光導波路21などを形成する際の熱処理によって基板20が反るなどのひずみが抑制されている。したがって、光導波路21に生じる内部応力を抑制することが可能となって、低損失な光送受信モジュール1を提供することが可能となる。

【0074】光導波路21を基板20の平坦な面20aに形成したので、前記コア23及びクラッド24の表面を平坦にするために、これらを成膜した後、研磨などを施すことなく高精度な光導波路21を得ることができる。また、光導波路21を形成する際に研磨などを施す必要がないため、作業の所要時間を抑制して、光送受信モジュール1の低コスト化を図ることが可能となる。

【0075】さらに、基板部材3の第1の基準面9は、基板材料7の平坦な表面からなるので、略平坦に形成されている。また、導波路デバイス4の第2の基準面29は、基板20の平坦な面20aに形成された高さ調整膜22の表面からなるので、略平坦に形成されている。

【0076】このため、前記基準面9、29とを互いに重ねることにより、基板部材3と導波路デバイス4との厚み方向の相対位置が確実に定まる。しかも導波路デバイス3の主コア21との光軸が、基板部材3に配されるLD5の光軸と前記基準面9、29に沿う同一平面上に位置することになる。

【0077】したがって、確実にLD5の光軸に光導波路21の光軸を合わせることができるとともに、この光軸を合わせる調芯作業の所要時間を短縮できるとともに、調芯作業自体を容易にすることができ、より一

層低コストな光送受信モジュール1を提供することが可能となる。

【0078】

【発明の効果】請求項1に記載の光デバイス用光導波路モジュールは、光導波路を形成する際の加熱処理によって第2の基板部材が反るなどのひずみの影響が抑制されて光導波路内に生じる内部応力を抑制する。したがって、確実に発光デバイスもしくは受光デバイスと光導波路の光軸を合わせることができるとともに、光導波路の損失を抑制することが可能となる。

【0079】また、第1の基板部材と第2の基板部材の厚み方向の位置関係が決まるので、発光デバイスもしくは受光デバイスと光導波路の互いの光軸の調芯作業を行う際に、第1の基板部材と第2の基板部材との相対位置を、第1の方向（第1および第2の基準面に沿う方向）と、第2の方向（前記基準面の厚み方向の軸線まわり）のみに、移動させて行うだけでできる。

【0080】このため、確実に発光デバイスもしくは受光デバイスと光導波路の光軸を合わせることができるとともに、前述した調芯作業の所要時間を短縮できかつこの調芯作業自体を容易に行うことができるようになる。したがって、光デバイスの低コスト化を図ることが可能となる。

【0081】請求項2に記載の光デバイス用光導波路モジュールは、請求項1の効果に加え、光導波路のコア及びクラッドの表面に研磨などを施すことなく、光導波路を形成することができる。このため、この光導波路形成時の作業に必要とされる所要時間などを抑制することが可能となって、光デバイスの一層の低コスト化を図ることが可能となる。

【0082】また、第1の基板部材と第2の基板部材との厚み方向の相対位置がより確実に定まるので、発光デバイスもしくは受光デバイスと光導波路との光軸をより正確に合わせることができる。

【0083】請求項3に記載の光デバイス用光導波路モジュールは、請求項1または請求項2の効果にくわえ、別体の光コネクタなどの外部機器との光学的な接続を容易に行うことが可能となる。

【0084】請求項4に記載の光デバイス用光導波路モジュールは、請求項1ないし請求項3のいずれか一項の効果にくわえ、発光デバイスと光導波路のコアとのうち少なくとも一方から受光デバイスへと信号光を導く導光部を容易に生産することができる。したがって、光デバイスのより一層の低コスト化を図ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の光デバイス用光導波路モジュールの構成を示す斜視図。

【図2】図1に示された光デバイス用光導波路モジュールの組立状態を示す斜視図。

【図3】図1に示された光導波路モジュールを示す平面

図。

【図4】図3中のi-v-i v線に沿う断面図。

【図5】図1に示された基板部材の製造工程の一例を示すフローチャート。

【図6】図1に示された基板部材の製造工程の一部を工程順に示す斜視図。

【図7】図1に示された基板部材の製造工程の一部を工程順に示す斜視図。

【図8】図1に示された導波路デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート。

【図9】図1に示された導波路デバイスの製造工程の一部を工程順に示す斜視図。

【図10】図1に示された導波路デバイスの製造工程の一部を工程順に示す斜視図。

【図11】図1に示された光導波路モジュールのミラーブロックの製造工程の一例を示すフローチャート。

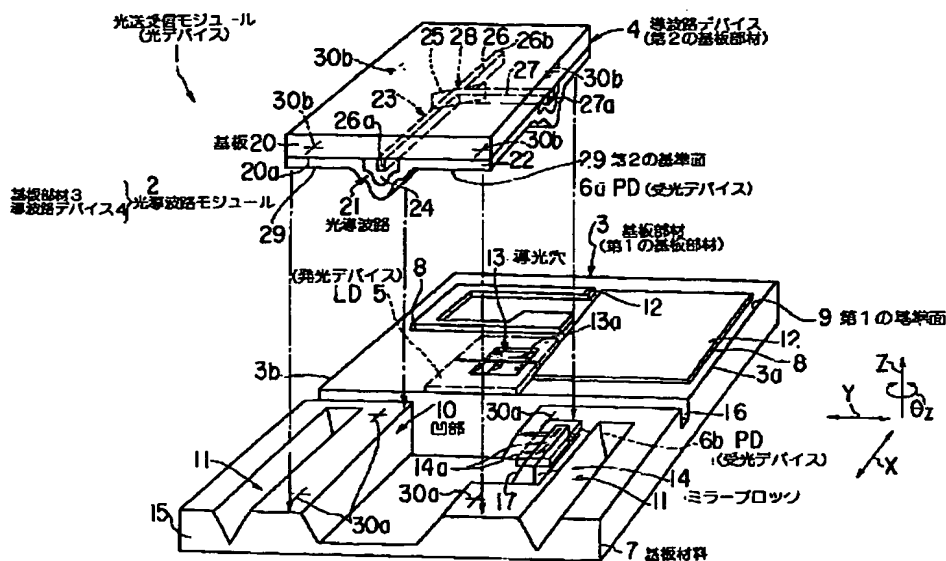
【図12】図1に示された光導波路モジュールのミラーブロックの製造工程を工程順に示す斜視図。

【図13】図1に示された光導波路モジュールのミラーブロックを示す斜視図。

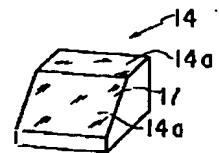
【符号の説明】

- 1…光デバイス（光送受信モジュール）
- 2…光導波路モジュール
- 3…基板部材（第1の基板部材）
- 4…導波路デバイス（第2の基板部材）
- 5…レーザダイオード（発光デバイス）
- 6 a, 6 b…フォトダイオード（受光デバイス）
- 7…基板材料
- 9…第1の基準面
- 10…凹部
- 11…V溝（案内部）
- 13…導光穴（導光部）
- 13 a…金属からなる膜
- 14…ミラーブロック（導光部）
- 14 a…金属からなる膜
- 20…基板
- 20 a…平坦な面
- 21…光導波路
- 23…コア
- 24…クラッド
- 29…第2の基準面
- 40…基板材料

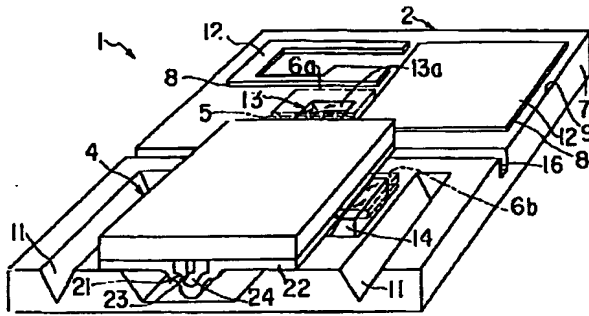
【図1】



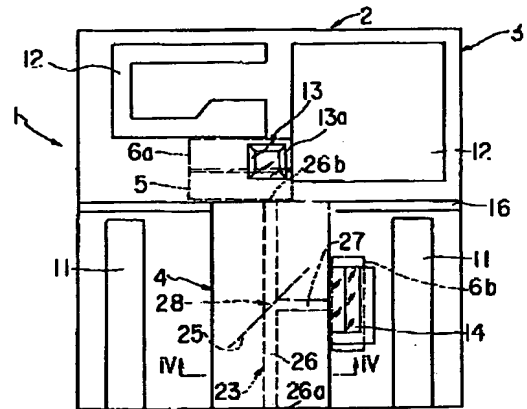
【図13】



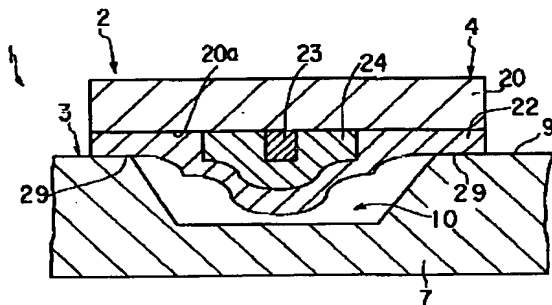
【図2】



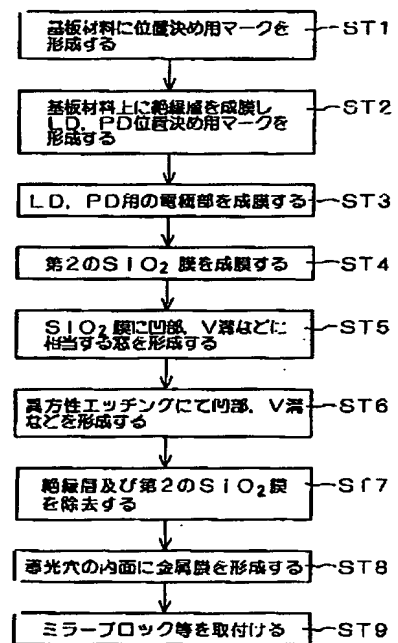
【図3】



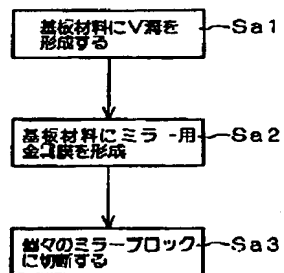
【図4】



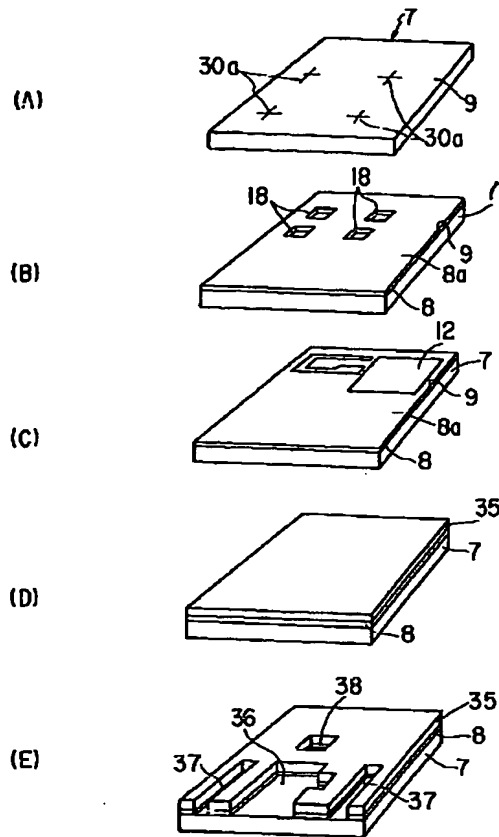
【図5】



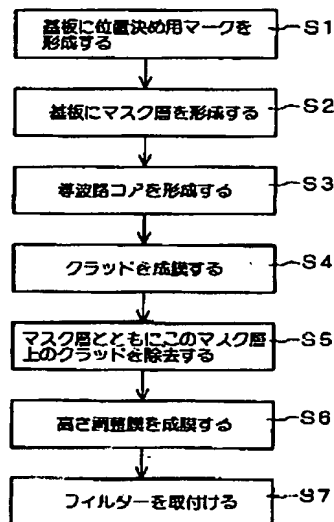
【図11】



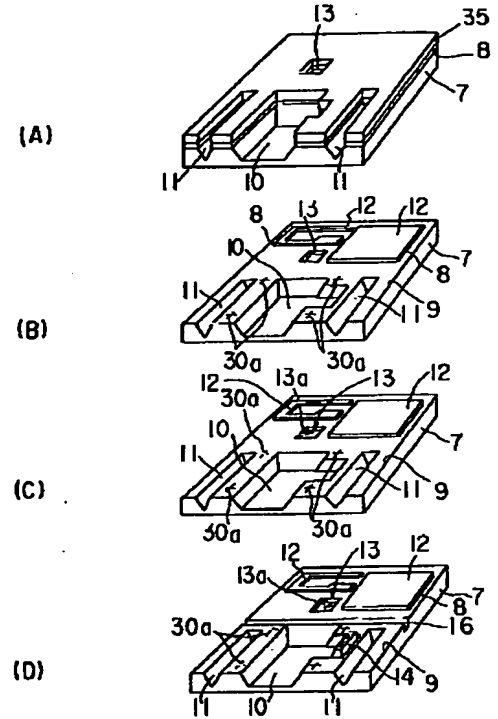
【図6】



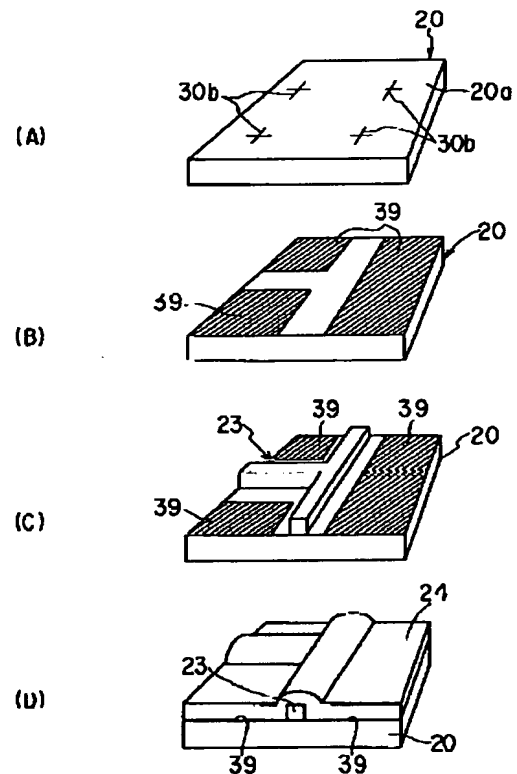
【図8】



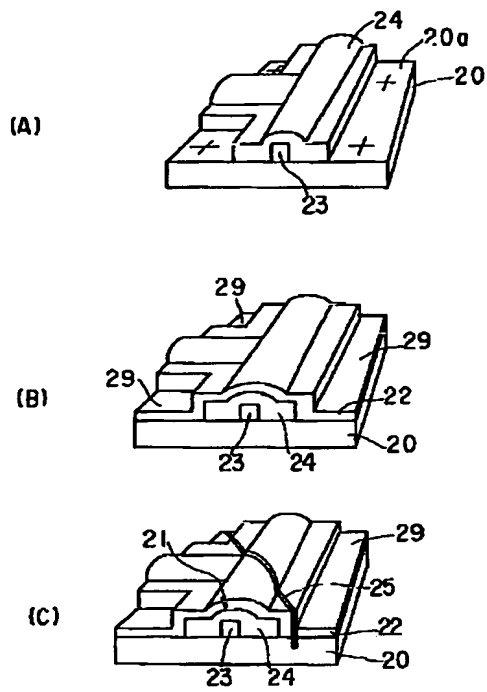
【図7】



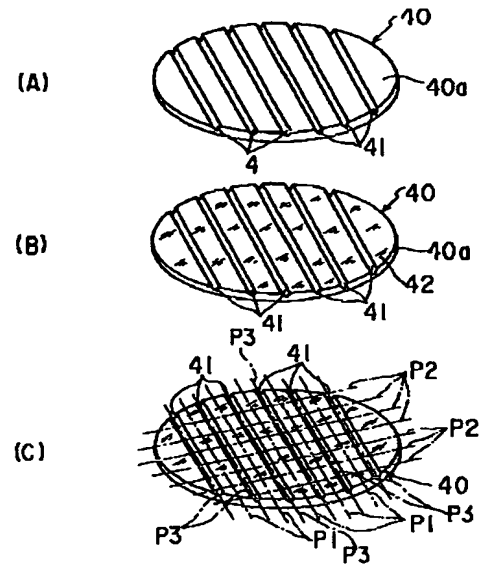
【図9】



【図10】



【図12】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**